

用电对流强化家用电冰箱冷凝器的换热

Reinforcement of the Heat-exchange in the condenser of Family Refrigerator by Electric convection

徐湘波

(长沙铁道学院 湖南 410075)

一、前 言

强化小型制冷机冷凝器的对流换热可改善制冷装置的工作状况。强化冷凝器的换热方法很多,实际应用时,其中大多数方法不外乎是对换热表面进行新的工艺上的加工创造。

本文介绍电对流冷却传热装置的方法。电对流冷却是在不改变换热表面的工艺制造而用最小的电耗使换热器工作效率大大提高。电对流的物理实质是在外电场的作用下,换热器附面层的空气产生宏观运动。在空气介质中,空气的离子和分子撞击时,由于动能的传递而形成的所谓“电风”也是电对流。电对流的气流特点是:气流均匀,无流动噪音且惯性极小。

二、冷凝器强化冷却的实验研究

用作实验研究的家用电冰箱的轧制焊接型冷凝器是蛇形管式,它是由厚度为1.5毫米的铝冲压薄板制作的,其传热面积为0.94平方米。研究冷凝器的外部换热,是在其表面各个点设置传感器—热电偶和与电位计接通的热流测量仪。温差热电偶成型在环氧树脂胶中。制造热流测量仪的通用工艺能够在1平方厘米的热流测量仪薄板上对约500个温差电偶整流。热流测量仪所产生的电信号与薄板界面上温差以及经过薄板的热流密度成正比。

冷凝器上设置自动震荡系统产生电对流,在冷凝器表面上形成空气的定向流动。产生电对流的自动操作的震荡系统构造十分简单,它由带金属丝元件的布置在冷凝器表面附近的两个框架组成。框架用绝缘衬套固定在冰箱壳体上,其中一个框架的金属丝元件与电源接通,另一个框架金属丝元件接地。为了空气循环,用带孔的绝缘外壳连同电源将框架封闭。由于电对流的产生,在冷凝器表面上形成空气的定向流动。气流速度在0.8米/秒至1.8米/秒范围内变化,气流速度用热电风速仪进行测量。形成电对流空气所消耗的电功率为0.5~2.7 W。实验是在冷凝器外部温度为27℃时进行的。空气温度和换热表面的温度测量精度为0.5℃。热流密度按下式确定。

$$q = c e$$

式中: c —热流测量仪的工作系数, $W/(m^2, mv)$;

e —热流测量仪的指数, mv 。

在测量热流时,总的绝对误差议 $9\sim 7W/m^2$,总的相对误差为 $2.6\%\sim 4.1\%$,工作时间

系数误差不超过 0.4%。

测量是在开启制冷机组以后在 1.5~2 小时内完成的，即数据是在设置的工况下取得的。

换热表面分别用 0.5W、0.9W、2.7W 的功率形成电对流和自然对流。在压缩机停用以后经过 60 秒和压缩机启动以后经过 120 秒时，分别测量沿冷凝器高度的温度分布，测得的实验结果是：在冷凝器表面同一高度上，电对流功率愈大，温度愈低；在整个冷凝器表面的高度上，从上至下的第一段（从 375 毫米至 275 毫米段），温度缓慢降低，第二段（从 275 毫米至 200 毫米），温度急剧降低，第三段（200 毫米以下），温度降低缓慢，这一段电对流对温度的影响不明显。当电对流功率为 2.7W 时，冷凝器表面温度比自然对流时平均降低 3~4℃。

在制冷机组工作时，热流密度提高，停机之前，热流密度达到最大值，然后在停机之后降低，并继续逐渐地趋于平稳。机组工作时三种功率下的电对流冷却的热流密度比冷凝器自然对流冷却时的热流密度平均提高 11.4% 至 44.4%，停机时平均提高 14%~40%。

电对流震荡系统功率增加使热流密度增加。利用牛顿—里赫曼方程，可得到电对流时冷凝器的外表面放热系数 α_e 和自然对流时冷凝器的外表面放热系数 α 的比值。在工作期间，电对流时冷凝器的外表面放热系数比自然对流时冷凝器的外表面放热系数平均增加 1.2~1.7 倍，在非工作期间平均增加 2.7~4.9 倍。

电冰箱的能量指标之一是工作时间系数 B。在形成电对流空气流时，工作时间系数降低 1.2 到 1.6 倍，而电能一天消耗降低 18%~36%。

在制冷机组连续工作 (B=1) 时，在 1 小时内（开门 48 分，关门 12 分）冷凝器表面温度表明，在电对流时，冷凝器温度比自然对流时冷凝器的温度降低 4℃，此时，温度降低在所有冷凝器表面和整个工作期间都是稳定的。因此，冷凝器的电对流冷却的良好效果不仅在低热负荷下 (B=0.313) 在制冷机组的循环工作中可以观察到，而且在高热负荷下 (B=0.75) 以及制冷机组连续工作时 (B=1) 也可以观察到。因此，利用电对流冷却家用电冰箱冷凝器在最小电耗时 (0.5~0.7W)，冷凝器外部换热平均增强 1.2~4.9 倍，工作时间系数降低 1.2~1.6 倍，而一昼夜消耗的电能消耗减少 18%~36%。

形成电对流空气流的自动震荡系统的造价约为家用电冰箱造价的 4~6%，该系统占用的面积不超过冰箱安设所需要的面积的 5%。

利用电对流强化冰箱冷凝器的换热，可望设计和生产一种非常节能的新型家用冰箱。

下 期 要 目

- | | |
|--------------------|---------------------|
| • 提高空调机能效比的新技术 | • 日光型植物生长箱变负荷制冷系统设计 |
| • 日本分体式空调器的新进展 (续) | • 真空预冷装置的设计与计算 |
| • IQF 对虾速冻工艺研究 | • 低温液化气船的制冷装置 |
| • 电力机车空调器设计中的若干问题 | • 缅甸国家剧场空调设计 |
| • 吸附式冷冻机在工程中的应用 | • 空调系统网络控制 |